ATEX / EX 구역에서의 정전기 위험과 화학물질 보호복

PPE 규정, EN 1149 및 적절한 접지를 통한 발화 위험 관리



요약

개인보호구(PPE)는 2014/34/EU의 적용 범위에서 명시적으로 제외되어 있기 때문에, 잠재적 폭발 환경(ATEX, Atmosphères Explosibles)에서의 지침에 따른 인증 대상이 아니며, 인증을 받을 수도 없습니다. 따라서, ATEX에서의 규제를 이행하기 위해서는 PPE 규정(EU) 2016/425를 준수하고 EN1149를 적용하며, 보호복을 적절하게 접지된 시스템의 일부로 이해하여야 합니다.

실질적으로 규정을 준수하는 올바른 접근 방식은 'PPE 규정(EU) 2016/425 + EN 1149 + 적절한 접지 = EX 구역(폭발 가능성이 있는 구역)에서의 정전기 위험 관리'로 표현할 수 있습니다. 고객이 'ATEX 인증 보호복'을 요구하는 것은 안전에 대한 정당한 우려를 반영한 것이지만, EU 법규상 이러한 표현은 적절하지 않습니다. ATEX는 장비와 보호 시스템에 적용되는 반면 보호복은 PPE에 해당하기 때문입니다.

I. 정전기 방전(ESD): 자주 과소평가되는 발화 위험

폭발 가능성이 있는 환경에서는 발화 위험이 일반적으로 화염, 고온 표면 또는 기계적 스파크와 연관되어 인식됩니다. 그러나 정전기 방전(ESD)은 수많은 산업재해의 원인이 되었음에도 불구하고 여전히 가장 과소평가되는 점화원 가운데 하나입니다.[1] 대표적인 사례로 2007년 미국 Barton Solvents 폭발 사고를 들 수 있습니다. 이 사고는 전기전도도가 낮은 가연성 용제를 저장 탱크에 이송하던 중 발생했으며, 미국 화학안전조사위원회(CSB)는 탱크 충전 중 발생한 정전기 스파크를 가장 유력한 발화원으로 판단했습니다.[2]

이와 같은 사고는 ATEX 환경에서의 중요한 현실을 보여줍니다. 정전기 방전은 정상적인 작업 과정에서도 발생할 수 있으며, 가연성 가스, 증기, 미스트 또는 가연성 분진을 점화하기에 충분한 에너지를 방출할 수 있습니다. 또한 정전기 위험은 장비에만 국한되지 않습니다. EX 구역에서 작업하는 사람과 그들이 착용한 보호복 역시 전체 정전기 시스템의 일부입니다. 적절하게 관리되지 않을 경우 보호복에 전하가 축적되어 의도치 않은 발화원이 될 수 있습니다.

Copyright© 2026 DuPont. All rights reserved. DuPont Oval Logo, DuPont™, 및 ® 또는 ™과 함께 표시되는 모든 제품들은 DuPont de Nemours, Inc. 또는 그 계열사의 상표 또는 등록 상표입니다.

II. 규제 체계: ATEX와 PPE는 별개의 규제이지만 상호 보완적

유럽의 법규는 폭발 방지와 작업자 보호를 각각 별도의 규제 체계를 통해 다루고 있습니다. ATEX 지침 2014/34/EU는 잠재적 폭발성 환경에서 사용되는 장비 및 보호 시스템을 규정하며, ATEX 지침 1999/92/EC는 EX 구역에서 작업자를 보호하기 위한 고용주의 의무를 규정합니다. [3][4]

반면 보호복은 PPE 규정(EU) 2016/425에 따라 개인보호구로 규제됩니다. 또한 지침 89/656/EEC는 작업장에서 보호구의 선정, 지급, 유지관리 및 사용과 관련한 고용주의 의무를 규정하고 있습니다. 이러한 구분은 어떤 인증 경로를 적용해야 하는지, 어떤 표준을 참조해야 하는지, 그리고 고객이나 구매 부서의 질문에 어떻게 대응해야 하는지를 결정하는 중요한 기준이 됩니다. [5]

ATEX 지침 2014/34/EU는 보호구를 적용 대상에서 명시적으로 제외하고 있으므로 화학물질 보호복은 ATEX 제품이 아니며 ATEX 마킹을 부착하거나 ATEX 인증 제품으로 주장해서는 안 됩니다. 고객이 'ATEX 인증 보호복'을 요구하는 경우, 올바른 답변은 해당 보호복이 PPE로 인증되어야 하며 주로 EN 1149를 통해 정전기 안전성을 입증해야 한다는 것입니다.

III. 화학물질 보호복은 왜 정전기를 발생시키고 축적하는가

화학물질 보호복은 일반적으로 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리에틸렌과 같은 합성 고분자 재질로 제조됩니다. 이러한 재료는 우수한 내화학성과 내구성을 제공하지만 본질적으로 비전도성 또는 저전도성 재질이기 때문에 정전기가 쉽게 발생할 수 있습니다. [6]

정전기는 재료 간의 마찰, 접촉 또는 분리가 발생할 때 생성됩니다. 산업 현장에서는 다음과 같은 일상적인 작업 과정에서 정전기가 발생할 수 있습니다.


절연 처리되거나 코팅된 바닥 위를 걷는 경우.


용기 간 액체를 이송하는 경우.


배관이나 호스를 통해 분말 또는 벌크 고체를 취급하는 경우.

보호복의 경우 정전기 발생 원리는 매우 단순하며 사실상 피할 수 없습니다. 작업자의 반복적인 움직임, 보호복과 내의 사이의 마찰, 주변 소재와의 접촉을 통해 전하가 발생합니다. 또한 정전기 방지가 공기 중 수분에 의존하는 경우라면 작업 환경 역시 중요한 영향을 미칩니다.

축적된 전하는 작업자가 탱크, 드럼 또는 배관과 같은 전도성 물체에 접근했을 때 갑작스럽게 방전될 수 있으며, 폭발 가능성이 있는 환경에서는 이러한 방전이 발화원이 될 수 있습니다.

IV. 정전기 위험 관리: EN 1149의 역할

ATEX 환경에서의 목표는 정전기를 완전히 제거하는 것이 아닙니다. 이는 현실적으로 불가능하기 때문입니다. 중요한 것은 정전기 방전 위험을 방지하는 것입니다. 중요한 점은 축적된 전하가 통제되지 않은 방식으로 방출되어 점화원이 될 수 있는지 여부입니다.

Copyright© 2026 DuPont. All rights reserved. DuPont Oval Logo, DuPont™, 및 ® 또는 ™과 함께 표시되는 모든 제품들은 DuPont de Nemours, Inc. 또는 그 계열사의 상표 또는 등록 상표입니다.

폭발 가능성이 있는 환경에서 작업할 때, 유럽의 PPE 및 작업장 안전 체계에서는 보호복이 정상 작업 중 점화 위험 증가에 기여하지 않도록 규제하고 있습니다. EN 1149 시리즈는 보호복이 실제 착용 상태에서 어떠한 정전기적 특성을 보이는지를 평가하기 위한 기술적 근거를 제공합니다.

PPE 규정(EU) 2016/425 부속서 II의 필수 보건· 안전 요구사항(EHSR) 2.6에 따르면, 폭발 가능성이 있는 환경에서 사용되는 보호구는 폭발성 혼합물을 점화할 수 있는 전기적· 정전기적 또는 충격에 의한 아크나 스파크를 발생시키지 않도록 설계 및 제조되어야 합니다. 이는 PPE 성능 요구사항이며 ATEX 제품 인증 요구사항이 아닙니다.

EN 1149는 특정 보호복이나 작업장을 '폭발 방지' 상태로 만드는 것이 아닙니다. 대신 규정된 사용 조건에서 보호복이 정전기 방전 위험을 제한하고 감소시키는지 여부를 평가합니다.

EN 1149 시리즈는 이러한 성능을 입증하기 위한 통일된 기술적 기준을 제공합니다.
- N 1149-1: 표면 저항 측정
- EN 1149-2: 수직 저항 측정
- EN 1149-3: 전하 감쇠 측정
- EN 1149-5: 정전기 방지 보호복의 재료 성능 및 설계 요구사항

EN 1149 시리즈는 ATEX 표준이 아니라 보호구 표준입니다. 이 표준의 역할은 보호구 규제 체계를 통해 동일한 발화 위험인 정전기를 관리하는 것입니다. 이러한 구분은 보호복이 'ATEX 인증'을 받을 수 있다는 잘못된 인식을 방지하는 동시에, 정전기에 의한 발화 위험이 어떻게 관리되는지에 대해 명확하고 감사 대응이 가능한 설명을 제공하는 데 도움이 됩니다.

V. EN 1149-5의 실제 요구사항

EN 1149 시리즈 가운데 EN 1149-5는 특히 화학물질 보호복과 밀접한 관련이 있습니다. 이 규격은 보호복으로부터 발생할 수 있는 점화 관련 정전기 방전의 가능성을 줄이기 위해 재료 성능 요구사항과 기본적인 의류 설계 원칙을 규정하고 있습니다. [7]

재료 성능 측면에서 EN 1149-5 적합성은 일반적으로 다음과 같은 검증 방법을 통해 입증할 수 있습니다.



전하 감쇠 성능(Charge Decay): 정전하가 충분히 빠르게 소산됨을 입증해야 합니다. (EN 1149-3, Method 2: t50 < 4초 또는 S > 0.2) [8]



표면 전기저항(Surface Electrical Resistance): 재료가 강한 전기 절연체처럼 거동하지 않음을 확인해야 합니다. (EN 1149-1: 최소 한 면에서 표면 저항 ≤ 2.5×10^8 Ω) [9]

실무적으로는 재료 특성과 의류 설계에 따라 EN 1149-1의 표면 저항 시험 또는 EN 1149-3의 전하 감쇠 시험을 통해 EN 1149-5 요구사항을 충족할 수 있습니다.

그러나 EN 1149-5는 정전기 성능을 단순히 재료 자체의 특성으로만 보지 않습니다. 이 규격은 정상적인 작업 중 국부적인 전하 축적이나 제어되지 않은 방전을 방지하기 위한 의류 차원의 설계 요소도 포함하고 있습니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

Copyright© 2026 DuPont. All rights reserved. DuPont Oval Logo, DuPont™, 및 ® 또는 ™과 함께 표시되는 모든 제품들은 DuPont de Nemours, Inc. 또는 그 계열사의 상표 또는 등록 상표입니다.



지퍼, 잠금장치 또는 액세서리와 같은 비전도성 부품이 정전기 소산 소재로 덮이거나 차폐되어야 합니다.



착용 중 정전기 방지 기능이 없는 내의가 노출되지 않도록 지속적으로 덮여 있어야 합니다.



의류는 구부리기, 늘어남 또는 층간 분리로 인해 정전기적 특성이 불안정해지지 않도록 설계되어야 하며, 작업자의 움직임 중에도 안정적이고 예측 가능한 정전기 거동을 유지해야 합니다.

이와 같은 관점에서 EN 1149-5는 정전기 위험이 단순히 원단 성능만으로 결정되는 것이 아니라, 재료 특성과 의류 설계가 상호작용한 결과에 의해 좌우된다고 보고 있습니다.

VI. 정전기 방지는 의류의 기능이 아니라 하나의 시스템

보호복에 대해 가장 흔하게 발생하는 오해 중 하나는 보호복 자체만으로 정전기 위험을 제어할 수 있다고 생각하는 것입니다. 그러나 정전기 방지(antistatic) 또는 정전기 소산(dissipative) 처리가 된 소재는 정전하를 소산시킬 수 있는 능력을 갖고 있을 뿐이며, 전하가 안전하게 방출되기 위해서는 대지로 연결되는 효과적인 접지 경로가 반드시 필요합니다. 실제 작업 환경에서 정전기 보호는 보호복, 적합한 장갑과 안전화, 전도성 또는 소산 처리 바닥, 그리고 작업자의 적절한 접지를 포함한 시스템 차원의 관리 체계입니다. [10]

이러한 방전 경로가 완전하지 않으면 축적된 전하는 주변의 전도성 물체로 순간적으로 방전되면서 스파크를 발생시킬 수 있습니다. 따라서 EN 1149를 만족하는 보호복은 독립적인 보호 수단이 아니라 더 큰 정전기 제어 시스템을 구성하는 하나의 요소로 이해해야 합니다.

완전히 접지된 시스템은 '작업자 → 보호복/보호구 시스템 → 안전화 → 바닥 → 대지'로 구성된다고 볼 수 있습니다. CEN/TR 16832는 작업자로부터 발생할 수 있는 정전기 방전에 대한 가장 중요한 방어 수단이 적절한 접지라고 강조합니다. 일반적으로 인체와 대지 사이의 저항은 10^8 Ω 미만이어야 한다고 알려져 있습니다. 이러한 완전한 접지 경로가 확보되지 않으면 정전기 보호복만으로는 정전기 방전을 신뢰성 있게 방지할 수 없습니다.

VII. 습도의 영향과 실제 사용 환경에서의 한계

정전기 방지 또는 정전기 소산 기능을 가진 많은 보호복은 공기 중의 수분을 끌어들이는 표면 처리제 또는 첨가제를 사용합니다. 이러한 수분은 원단 표면에 얇은 전도층을 형성하여 전하가 분산되고 소산될 수 있도록 합니다.

습도가 낮은 환경에서는 이러한 정전기 방지 성능이 저하될 수 있으며, 특히 성능이 표면 수분에 의존하는 경우 그 영향이 더욱 커질 수 있습니다. 따라서 제품 평가 시에는 시험 조건뿐 아니라 실제 작업 환경의 습도 조건도 함께 고려해야 합니다.

일회용 화학물질 보호복의 경우 정전기 방지 성능은 영구적이지 않습니다. 보관 환경, 취급 방법, 오염, 반복 사용 등은 시간이 지남에 따라 성능을 저하시킬 수 있습니다. 이러한 사실은 정전기 성능이 공인된 표준에 따라 평가되어야 하며, 실제 작업 조건과 함께 검토되어야 함을 보여줍니다.

전기적 연속성 역시 중요한 고려 사항입니다. 내의, 장갑, 안전화, 액세서리 또는 기타 보호구가 인체, 보호복 및 대지 사이의 전도성 또는 정전기 소산 경로를 방해해서는 안 됩니다. CEN/TR 16832는 작업자가 인체와 전도성 또는 정전기 소산 요소 사이의 전기적 연속성을 저해할 수 있는 의류나 물품을 착용해서는 안 된다고 강조합니다.

Copyright© 2026 DuPont. All rights reserved. DuPont Oval Logo, DuPont™, 및 ® 또는 ™과 함께 표시되는 모든 제품들은 DuPont de Nemours, Inc. 또는 그 계열사의 상표 또는 등록 상표입니다.

VIII. EN 1149 와 '정전기 방지' 의 차이

'정전기 방지(anti-static)'라는 용어는 일반적으로 정전기 발생을 감소시키는 효과를 폭넓게 설명하는 데 사용됩니다. 반면 EN 1149-5는 정해진 사용 조건에서 보호복이 점화와 관련된 정전기 방전을 적절히 제어할 수 있는지를 다루고 있습니다.

이 두 개념을 혼동하면 EX 환경에서 충분하지 않은 위험 관리로 이어질 수 있습니다.

IX. 예외 사항: 전기 또는 전자 부품이 포함된 보호복

보호복에 센서, 전원 공급 장치 또는 모니터링 시스템과 같은 전기· 전자 부품이 포함된 경우, 해당 부품은 ATEX 지침 2014/34/EU의 적용을 받을 수 있으며 사용되는 구역과 사용되는 기체 물질에 적합해야 합니다. 그러나 이러한 경우에도 보호복 자체의 규제상 지위는 변경되지 않습니다. 보호복 자체는 여전히 PPE 규정(EU) 2016/425에 따른 개인보호구이며, 통합된 전기 · 전자 부품만이 해당 ATEX 요구사항을 충족해야 합니다.

X. EX구역에서의 고용주 책임

작업장의 폭발 위험성 평가에 대한 책임은 고용주에게 있습니다. ATEX 작업장 지침에 따라 고용주는 폭발 위험을 평가하고, 가능한 경우 점화원을 제거하며, 위험 구역을 분류하고, 위험한 정전기 방전을 발생시키지 않는 작업복을 제공해야 합니다. 또한 보호구 사용 지침에 따라 고용주는 적합한 개인보호구를 무상으로 제공하고, 양호한 상태를 유지하며, 근로자 교육을 실시하고, 현장의 위험성 평가 결과에 따라 올바르게 사용되도록 해야 합니다.

핵심 요약

• 보호복은 ATEX 제품이 아니며 'ATEX 인증 보호복'으로 설명해서는 안 됩니다. 올바른 접근 방식은 PPE 규정(EU) 2016/425를 준수하고, EN 1149와 적절한 접지를 적용하는 것입니다.

• EN 1149-5는 특정 보호복이나 작업장을 '폭발 방지' 상태로 만드는 규격이 아닙니다. 이 규격은 적절하게 접지된 시스템의 일부로 사용될 때 점화와 관련된 정전기 방전을 줄이기 위한 재료 성능 및 의류 설계 요구사항을 제공합니다.

• 적합성 입증은 필요에 따라 EN 1149-1, EN 1149-2 또는 EN 1149-3에 따른 시험 결과와 함께 완성된 보호복 설계가 EN 1149-5 요구사항을 충족한다는 사실로 뒷받침되어야 합니다.

• 정전기 방지 성능은 시스템 차원의 위험 관리 요소입니다. 이는 보호복, 장갑, 안전화, 바닥재, 접지 경로, 환경 조건, 내의 및 현장에서의 올바른 사용이 함께 작용한 결과에 의해 결정됩니다.

• 보호복에 전기 또는 전자 부품이 포함되어 있다면 해당 부품은 ATEX 승인이 필요할 수 있습니다. 그러나 보호복 자체는 여전히 개인보호구이며 PPE 규정과 EN 1149 체계에 따라 평가되어야 합니다.

Copyright© 2026 DuPont. All rights reserved. DuPont Oval Logo, DuPont™, 및 ® 또는 ™과 함께 표시되는 모든 제품들은 DuPont de Nemours, Inc. 또는 그 계열사의 상표 또는 등록 상표입니다.

참고 자료

[1] UK Health and Safety Executive (HSE), ATEX and explosive atmospheres, guidance page describing explosive atmospheres, ignition sources, and the two ATEX Directives.

[2] U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB), Barton Solvents Static Spark Ignites Explosion Inside Flammable Liquid Storage Tank, Case Study No. 2007-06-I-KS, final report released June 26, 2008.

[3] Directive 2014/34/EU on equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres; Article 1(2)(d) excludes personal protective equipment.

[4] Directive 1999/92/EC of the European Parliament and of the Council, Minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres.

[5] Regulation (EU) 2016/425 of the European Parliament and of the Council on personal protective equipment, Annex II, Essential Health and Safety Requirement 2.6.

[6] IEC/TS 60079-32-1 / CLC/TR 60079-32-1, Explosive atmospheres — Part 32-1: Electrostatic hazards — Guidance, guidance on electrostatic ignition hazards, earthing/bonding, charge generation, and operating conditions.

[7] BS EN 1149-5:2018 / EN 1149-5:2018, Protective clothing — Electrostatic properties — Part 5: Material performance and design requirements.

[8] BS EN 1149-3:2004 / EN 1149-3:2004, Protective clothing — Electrostatic properties — Part 3: Test methods for measurement of charge decay.

[9] BS EN 1149-1:2006 / EN 1149-1:2006, Protective clothing — Electrostatic properties — Part 1: Test method for measurement of surface resistivity.

[10] CEN/TR 16832, Selection, use, care and maintenance of personal protective equipment for preventing electrostatic risks in hazardous areas.

DuPont Personal Protection 소개

DuPont은 목적의식과 미래를 내다보는 통찰, 그리고 협업을 핵심에 두고 혁신적인 솔루션을 개발하기 위해 노력하고 있습니다. DuPont은 안전과 건강, 사람에 대한 존중, 최고 수준의 윤리적 행동, 지구 보호라는 기본 가치를 지침으로 삼아, 안전을 단순한 우선순위가 아니라 전략적인 비즈니스 가치로 인식합니다. 안전은 DuPont의 운영 및 경영 철학을 이루는 네 가지 핵심 가치 중 하나입니다.

DuPont Personal Protection은 개인보호구(PPE) 업계에서 가장 신뢰받는 브랜드 중 하나로 인정받고 있습니다. DuPont은 매일 유해물질을 직접 다루거나 그 주변에서 일하는 작업자에게는 자신이 착용한 보호복에 대한 확실한 신뢰가 필요하다는 점을 잘 알고 있습니다. DuPont™ Tyvek®, Tychem® 및 ProShield® 보호복은 첨단 원단 기술과 봉제 설계를 바탕으로 오래 지속되는 차단 성능과 뛰어난 착용감을 함께 갖추어, 현장 작업자에게 우수한 보호 성능을 제공하도록 설계되었습니다.

모든 영웅은 보호받을 자격이 있습니다. DuPont Personal Protection은 여러분이 가는 여정의 모든 걸음을 보호하기 위해 전념합니다.

본 정보는 DuPont이 신뢰할 수 있다고 판단하는 기술 데이터를 바탕으로 작성되었으며, 추가적인 지식과 경험이 축적됨에 따라 개정될 수 있습니다. 독성 수준과 필요한 개인보호구를 판단하는 것은 사용자의 책임입니다. 본 문서에 제시된 정보는 통제된 조건에서 시험한 원단의 실험실 성능을 나타내며, 완성된 보호복의 성능을 나타내는 것은 아닙니다. 본 정보는 관련 기술 전문성을 갖춘 사람이 구체적인 최종 사용 조건에서 자신의 판단과 위험 부담하에 평가할 수 있도록 제공됩니다. 본 정보를 사용하려는 사람은 먼저 선택한 보호복이 의도된 용도에 적합한지 확인해야 합니다. 원단이 찢어지거나 마모되거나 구멍이 난 경우, 잠재적인 화학물질 노출을 방지하기 위해 최종 사용자는 해당 보호복의 사용을 중단해야 합니다. 실제 사용 조건은 DuPont이 통제할 수 없으므로, DuPont de Nemours 및 그 계열사는 상품성 또는 특정 목적에 대한 적합성 보증을 포함하되 이에 국한되지 않는 어떠한 명시적 또는 묵시적 보증도 하지 않으며, 해당 제품 및 정보의 사용과 관련하여 어떠한 책임도 지지 않습니다. 본 정보는 DuPont 또는 제3자가 보유한 소재나 그 용도에 관한 상표, 특허 또는 기술 정보의 사용권을 부여하거나 해당 권리의 침해를 권고하기 위한 것이 아닙니다.

Copyright© 2026 DuPont. All rights reserved. DuPont Oval Logo, DuPont™, 및 ® 또는 ™과 함께 표시되는 모든 제품들은 DuPont de Nemours, Inc. 또는 그 계열사의 상표 또는 등록 상표입니다.